ZUR ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

PHYTOPHTORA INFESTANS (MONTAGNE) DE BY.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ERLANGEN

VORGELEGT VON

J. SMORAWSKI

AUS ROGASEN.

MIT EINER TAFEL.

BERLIN

DRUCK VON GEBR. UNGER.

1890.

SEINEN LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545817_0140

Bereits in den vierziger Jahren, in welchen die Kraut- und Zellenfäule der Kartoffelpflanze in Europa — besonders in den Niederlanden, Frankreich, England und in den meisten Theilen Deutschlands — zuerst besorgnisserregend auftrat, ist auch schon der die Krankheit verursachende, von MONTAGNE und LIBERT entdeckte parasitische Pilz — die Phytophtora infestans — von Seiten zahlreicher Forscher Gegenstand eingehender Untersuchungen.

In Betreff der Beziehungen des Pilzes zur Krankheit gehen die Ansichten der Forscher in dieser Zeit noch weit auseinander.

Während einige derselben, wie MONTAGNE, MORREN, BERKELEY, TULASNE [2]) mit grosser Sicherheit die Vermuthung aussprechen, dass der Pilz die alleinige Ursache der Krankheit sei, wollen andere, zumal HARTING [3]), den selben nur als weitere Folge der Kartoffelepidemie betrachtet wissen, indem sie die Ursache derselben theils auf die örtlichen Verhältnisse des Bodens, theils auf Temperatur- und Feuchtigkeits-Veränderungen der Athmosphäre zurückführen.

---

1) Syn. Botrytis infestans Montagne, l'Institut, 1845, pag. 313. Bull. Soc. phil., 30. août 1845, Sylloge, pag. 302.
B. devastatrix Libert, sec. Duchartre Rev. Bot. I, 151.
B. fallax Desmazières, Cryptog. de France, édit, 1492.
B. Solani Harting, Maladie des pomnes de terre, Amsterd. 1846, et Annales des sciences nat., 17, 1846.
Peronospora trifurcata Unger, Bot. Zeitung, D. C., 1847, pag. 314.
P. Fintelmannii Caspary, Verhandl. d. Vereins z. Bef. d. Gartenb. Preuss., 1852.
P. infestans Caspary, 1852, in Rabenh. Herb. mycolog., n 1879.
P. devastatrix Caspary, Monatsber. d. Berliner Academie, Mai 1855.
CORDA (Icon. fung., I. pag. 20) trennte auf Grund des einzelligen Myzels die Gattung Peronospora von Botrytis ab, — später veranlasste die charakteristische Eigenthümlichkeit der Konidienabgliederung DE BARY, den Pilz von der Gattung Peronospora als selbständige, neue Gattung „Phytophtora" noch weiter abzugliedern. (A. DE BARY. Researches intho the nature of the potato fungus Phytophtora infestans. Journ. of the Royal agricultural Society of England. Ser. II, Vol. XII, Part, I. 1876.)

2) Annales des sciences nat. Sér. IV, t. XX, pag. 60 u. Berichte der Berliner Akademie, 1855, pag. 320.

3) Annales des sc. nat. Sér. III, t. 17, 1846, pag. 42.

UNGER [1]) schliesslich, ausgehend von den Untersuchungen HARTING's über die chemischen Veränderungen des Zellinhalts kranker Pflanzen, stellt auf Grund weiterer Beobachtungen eine Infection der Kranheit durch den Pilz ebenfalls in Abrede und legt derselben — als das bei weitem wesentlichsfe Moment — eine zu grosse Anhäufung stickstoffhaltiger Substanzen im Parenchym des Blattes wie der Knollen zu Grunde.

Trotz der grossen Fülle von Untersuchungen und der sich von Jahr zu Jahr immer mehr anhäufenden Litteratur bleibt diese Grundfrage der Beziehungen des Pilzes zur Krankheit noch längere Zeit mehr oder weniger unentschieden.

Erst den Impfversuchen SPEERSCHNEIDER's [2]) und HOFFMANN's [3]), wie den eingehenden Untersuchungen DE BARY's [4]) gelingt es, die Meinungsverschiedenheiten in dieser Beziehung für immer zu beseitigen und sowohl die infizirende Wirkung des Pilzes als auch die Identität der Kraut- und Knollen-Erkrankung endgültig festzustellen.

Nicht so gut unterrichtet sind wir noch selbst auf den heutigen Tag über den Ursprung des Parasiten und der durch ihn verursachten Krankheit, sowie über die Art und Weise, in welcher sich letztere — seit ihrem ersten Auftreten — aus einer Vegetationsperiode in die andere immer wieder zu regeneriren vermochte.

JENSEN [5]) stellt es für wahrscheinlich hin, dass der Ursprung der Krankheit in die Cordilleren des nördlichen Südamerika — in die Heimath der Kartoffelpflanze — zurückzuführen sei, und bringt ihr Auftreten in den vierziger Jahren in Europa mit der Einführung des Dampfschiffverkehrs, der Einführung eines sehr ausgedehnten Guanohandels und mit dem Gebrauch von Eis auf den Transportschiffen in Zusammenhang. Vor dieser Zeit sollte der Parasit auf dem Wege durch die heisse Zone zu Grunde gegangen sein.

In Betreff der Ueberwinterungsfrage wurden von einzelnen Forschern Anfangs andere Pilzformen, insbesondere Fusisporium Solani Martius [6]) mit in den Entwicklungskreis der Phytophtora infestans gezogen. Die Sporen dieses Hyphomyceten, welcher auf den kranken, überwinternden Knollen nicht selten in grosser Menge zur Entwicklung kommt, sollten — gelegentlich auf das Kraut der Kartoffelpflanze gelangt — zu dem Mycel der Phytophtora infestans auskeimen und so die Ursache der jedesmaligen Infizirung der Kartoffelpflanze in den einzelnen Vegetationsperioden bilden [7]).

Die Irrthümlichkeit dieser Auffassung fand jedoch bald ihre Wiederlegung.

DE BARY [8]), später auch JENSEN [9]) lassen das Mycel der Phytophtora

---

1) Beitrag zur Kenntniss der in der Kartoffelkrankheit vorkommenden Pilze und Ursache ihres Entstehens. Botanische Zeitung, 1847, S. 42.

2) Die Ursache der Erkrankung der Kartoffelknolle durch eine Reihe von Experimenten bewiesen. Botanische Zeitung, 1857.

3) Botanische Zeitung, 1860.

4) Récherches sur le dévelopement de quelques champignons parasites Annal. d. sc. nat. Sér. IV, t. XX.

5) PLOWRIGHT C. B. Mr. JENSEN and the potato disease. (The Gardener's Chronicle, XX.)

6) Von REINKE als die Konidienform des Hypomyces Solani erkannt. (REINKE und BERTHOLD. Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin. I.)

7) SPEERSCHNEIDER. Die Ursache der Erkrankung der Kartoffel etc. a. a. O u. Dr. v. HOLLE. Ueber den Kartoffelpilz. Botanische Zeitung, 1858.

8) Researches intho the nature of the potato fungus Phyt. inf. etc.

9) Mr. JENSEN and the potato disease etc.

in den Knollen überwintern und im nächsten Frühjahr in die jungen Triebe der Kartoffelpflanze heraufwachsen.

Ist letzteres auch noch von Seiten einzelner anderer Forscher experimentell bewiesen, so haben demgegenüber viele andere Versuchsansteller wie BRETSCHNEIDER, KARSTEN, KÜHN, REES, SCHOLZ, SORAUER[1]), aus kranken Knollen durchaus gesunde Pflanzen erhalten[2]).

Das Hinaufwachsen des Pilzmycels in die jungen Triebe der ausgelegten kranken Kartoffelknollen mag mit Berücksichtigung dieser Thatsache jedenfalls nur unter bestimmten Verhältnissen und ganz besonders günstigen Bedingungen stattfinden.

Erfahrungsgemäss ist es zumeist das schon vollständig entwickelte Kraut der Kartoffelpflanze, welches gewöhnlich in den Monaten Juli oder August infizirt, erst später unter günstigen Umständen auch die Knollen der Pflanze in Mitleidenschaft zieht.

DE BARY[3]) bezweifelt auch selbst zu Oefterem diese Art und Weise der Krankheitsregeneration und spricht sich in den Fällen dahin aus, dass die Sporen, welche die Blätter der Kartoffelpflanze infiziren, wahrscheinlich von einer Entwicklungsform des Parasiten herrühren, die überhaupt nicht auf der Kartoffelpflanze, sondern auf anderen Gewächsen zur Ausbildung kommt, dass demnach hinsichtlich der Phytophtora ein ähnlicher Generationswechsel stattfindet wie bei den heteröcischen Uredineen.

Die besondere Schwierigkeit einer endgültigen Erledigung dieser Frage ist zum Theil Folge unserer noch unvollkommenen Kenntniss der Entwicklungs-

---

1) Berichte der Centralkommission für das agrikulturchemische Versuchswesen. Annalen der Landwirthschaft. Bd. XLIV, XLIX, LVII. Landwirthschaftliche Jahrbücher von NATHUSIUS und THIEL, 1876. Neue Landwirthschaftliche Zeitung, 1872.

2) Von 50 an der Zellfäule erkrankten, aus dem Vorjahr stammenden Knollen, welche ich selbst am 15. April d. J. in Gartenland ausgepflanzt habe, sind 49 zur Triebentwicklung gekommen.

Auch diese Pflanzen zeigen bis dahin keine Spur irgend welcher Erkrankung und haben sämmtlich eine Entwicklung erreicht, welche durchaus nichts zu wünschen übrig lässt.

Bemerkt muss allerdings werden, dass sämmtliche der ausgepflanzten Knollen gleicher Zeit auch stark durch Nassfäule gelitten haben, und dass sich auf denselben bereits üppige Rasen verschiedener anderer Pilzformen, wie Fusisporium und Spicaria Solani, Acrostalagnus cinnabar., Penicillium, mehrere Aspergillusarten u. a. m., entwickelt haben, was jedenfalls nicht ohne nachtheiligen Einfluss auf die weitere Vegetationsfähigkeit der Phyt. inf. sein dürfte.

Ich ziehe letzteren Schluss daraus, dass es mir bei einer grösseren Reihe von Kulturversuchen, welche ich sowohl am Ende der vorigen Vegetationsperiode wie in diesem Frühjahr mit diesen Knollen unternommen habe, niemals gelungen ist, auf denselben auch die Fruchtträger der Phyt. inf. zur Entwicklung zu bringen, während andererseits — bei Knollen, welche durch Nassfäule noch nicht allzusehr gelitten haben — es nur der nöthigen Feuchtigkeit bedurfte, um aus ihnen die üppigsten Rasen dieser Fruchtträger in verhältnissmässig kurzer Zeit hervorsprossen zu sehen.

Trotz anhaltender mikroskopischer Untersuchungen war es mir auch im Frühjahr nicht mehr möglich, in diesen Knollen ein Mycel aufzufinden, das auch im Entferntesten nur an dasjenige der Phyt. inf. erinnerte. Stellenweise zeigte sich zwar das innere Gewebe derselben von einem Mycel reichlich durchsetzt, dieses erwies sich jedoch weiteren Kulturversuchen nach meist zu Hypomyces und Nectria Solani gehörig.

Die im Freien zur Beobachtung gelangenden Fälle von Knollenerkrankung sind aber am Ende der Vegetationsperiode beinahe ausnahmslos bereits Kombinationen der Phytophtoraerkrankung mit Nassfäule.

3) Ueber die Uebertragung und Verbreitung des Kartoffelpilzes. FÜHLING's Landwirthschaftliche Zeitung, 1875.

geschichte dieses Parasiten, indem Fortpflanzungsorgane, wie sie bei den übrigen Peronosporeen die Ueberwinterung der einzelnen Formen übernehmen, die Oosporen — auch Dauersporen genannt — bei Phytophtora infestans bis dahin nicht beobachtet worden sind.

BERKELEY spricht zwar im Jahre 1857 die Vermuthung aus, dass der im Jahre 1848 von MONTAGNE in den Kartoffeln entdeckte und näher beschriebene Artotrogus hydnosporus möglicherweise diese zweite Sporenfrucht sei.

Im Jahre 1875 und 1876 wird ebenfalls von englischer Seite, von WORTHINGTON G. SMITH [1]), die Behauptung aufgestellt, dass er die Oosporen der Phytophtora infestans gefunden hätte.

SMITH [2]) giebt an, dass er in braunen Flecken auf Kartoffelblättern, welche von Phytophtora infestans befallen waren, zwei Arten sporenartiger Gebilde beobachtet hätte, welche er für die sexuellen Organe — die Oogonien und Antheridien — des Pilzes halte.

Er zieht diesen Schluss besonders daraus, dass diese Gebilde in Gesellschaft des Phytophtoramycels auf der Kartoffelpflanze vorhanden waren, dass sie ferner von den bereits bekannten Sexualorgauen der Peronosporeen nicht wesentlich unterschiedeu waren, und dass sie schliesslich in dieser Hinsicht auch mit Artotrogus hydnosporus übereinstimmten, in welchem BERKELEY schon im Jahre 1857 die Oosporenform der Phytophtora infestans vermuthete.

Ihm schliessen sich auf Grund weiterer Angaben und Beobachtungen einzelne andere englische Botaniker an, wie BERKELEY, PLOWRIGHT, BROOME, welche dieselben Organe, die SMITH als die Dauersporen der Phytophtora infestans bezeichnet, zum Theil selbst beobachtet zu haben, angeben [3]).

Nach deutschen Untersuchungen, besonders denjenigen DE BARY's [4]), welchem im Jahre 1874 von der Botan. Agricultural Society of England eine Summe von 100 Pfd. Sterling zur Verfügung gestellt wurde, um die Lebensverhältnisse der Phytophtora infestans besonders in dieser Richtung hin zu untersuchen, beruhen diese Angaben auf einem Irrthum.

Auch DE BARY fand bei mehreren Versuchsreihen in bereits stark zusammengefallenen Mutterknollen einen Pilz, welcher im Innern der Zellen Oosporen bildete, die den Beobachter leicht zu der Ansicht verleiten konnten, diejenigen der Phytophtora infestans entdeckt zu haben.

Eingehenderen Untersuchungen zu Folge erwies sich jedoch der Pilz als zur Gattung Pythium gehörig und wurde von DE BARY als Pythium vexans bezeichnet.

Andererseits gelang es DE BARY in den Knollen, sowie in dem Stengel der kranken Kartoffelpflanze auch Sporen von eigenthümlich stacheliger Gestalt aufzufinden. Einen Zusammenhang derselben mit dem Myzel der Phytophtora infestans war es ihm jedoch in keinem Falle möglich nachzuweisen. An jüngeren Entwicklungsformen konnte nur soviel festgestellt werden, dass sie an Enden eines Myzels entstanden, welches demjenigen von Pythium vexans ausserordentlich ähnlich war.

Spätere Untersuchungen DE BARY's haben in der That ergeben, dass

1) The resting-spores of the Potato disease. (GARDENER's Chronicle, 1875.)

2) New Discovery in connection with the Potato Disease. Nature, Vol. XII. 1875. The potato disease. Nature, 1876. Quaterly Journ. of microscopical science, London, 1875 u. v. a.

3) GARDENER's Chronicle, 1876, pag. 402, 403, 436, 472.

4) Researches intho the nature of the potato fungus Phyt. infestans. Journ. of Botany, 1876.

diese bereits von MONTAGNE beobachtete und als Artotrogus hydnosporus benannte Sporenform ebenfalls der Gattung Pythium beizuzählen sei.

DE BARY beschreibt den Pilz als Pyth. Artotrogus [1]).

Im Jahre 1882 wird sodann von A. STEPHEN WILSON [2]) über sclerotische Gebilde berichtet, welche er in den Blättern der kranken Kartoffelpflanze gefunden und in den Entwicklungskreis der Phytophtora infestans gebracht hatte.

Dieselben sollten eigenthümlich geformte Plasmamassen enthalten, welche nach einer längeren Ruheperiode nach Art der Plasmodien wieder aufleben könnten.

Von einzelnen Forschern, wie B. PLOWRIGHT, wurde auch Anfangs der Zusammenhang dieser Sclerotien mit der Kartoffelkrankheit acceptirt; die eingehenden Untersuchungen MURRAY's und FLIGHT's [3]) haben jedoch in diesen Sclerotien WILSON's im Wesentlichen nur Anhäufungen von oxalsaurem Kalk konstatiren können.

Wie wesentlich in so mancher Hinsicht auch der Nachweis der Oosporen wie überhaupt einer Dauerform der Phytophtora infestans wäre, so hat dieser trotz zahlreicher Bemühungen in der Richtung hin selbst bis auf den heutigen Tag nicht erbracht werden können.

Als die Phytophtora infestans und die durch den Parasiten verursachte Krankheit der Kartoffelpflanze in der vorigen, an Feuchtigkeit so überaus reichen Vegetationsperiode, stellenweise wiederum grössere Verbreitung annahm, veranlasste mich neben dem rein wissenschaftlichen Interesse, besonders auch die hohe wirthschaftliche Bedeutung des Parasiten, seine Entwicklungsgeschichte zum Gegenstand eingehenderen Studiums zu machen. In der Hauptsache kam es mir hierbei darauf an, zu der noch offenen Frage seiner Oosporenbildung möglicherweise einen Beitrag liefern zu können.

Die Arbeiten hierüber, welche ich Mitte Juni begann und bis in den Oktober fortsetzte, bestanden im Wesentlichen einmal,

in einer aufmerksamen mikroskopischen Durchsuchung der Blätter, des Stengels und der Knollen der kranken Kartoffelpflanze,

sodann,

in einer grösseren Reihe von künstlichen Züchtungsversuchen des Parasiten.

Das Ergebniss dieser Arbeiten war folgendes:

Die mikroskopischen Untersuchungen des Blattes und des Stengels der kranken Kartoffelpflanze liessen mich neben den bereits bekannten Thatsachen nichts Neues erkennen; immerhin will ich die Beobachtungen hierüber in Kürze rekapituliren.

Das in der Regel einzellige, in den Zwischenzellräumen wuchernden Myzel des Parasiten entsendet zumeist aus den Spaltöffnungen nach aussen hin Träger, die an ihren Enden kugelig anschwellen und hier im weiteren Verlauf der Entwickelung eine eigenthümlich geformte Konidie abgliedern.

Die Konidienträger sind einfach oder auch — was meistens der Fall ist — mehr oder weniger reichlich verzweigt.

---

1) Zur Kenntniss der Peronosporeen. Botan. Zeitung, 1881. A. DE BARY und M. WORONIN Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. IV. Reihe.

2) Potato Diseases. The Gardener's Chronicle, XX.

3) Examination of Mr. A. STEPHEN WILSONS „Sclerotia" of Phytopht. infest. Journ. of Botany, 1883, pag. 370—372.

Eine Regelmässigkeit in letzter Hinsicht lässt sich nicht bestimmen.

Unmittelbar unterhalb der die Konidie abgliedernden Scheidewand zeigen die einzelnen Träger in ihrer weiteren Entwicklung ein ungleichseitiges Wachsthum, schwellen hier bauchartig an und wachsen neben den zur Seite geschobenen Konidien, welche jetzt auf sie senkrecht zu stehen kommen, in der ursprünglichen Richtung pfriemenförmig weiter, um nach kürzerer oder längerer Zeit eine neue Konidie zu bilden.

Dieser Prozess kann sich zu öfteren Malen wiederholen, sodass an einem Träger bei vorsichtigem Präpariren nicht selten 6—8, selbst 10 solcher Conidien beobachtet werden können.

Die oben erwähnte bauchige Anschwellung der Träger nach Abgliederung der Konidien gleicht sich in dem weiteren Wachsthum derselben in der Regel nicht vollkommen aus, sondern bleibt an den Anheftungsstellen der Konidien in mehr oder weniger ausgeprägter Weise bestehen.

An der Anzahl dieser Anschwellungen kann selbst bei älteren Trägern, von denen die Konidien bereis sämmtlich abgefallen sind, die Zahl der letzteren leicht erkannt werden.

Die Konidien sind ei- oder citronenförmig, besitzen eine ziemlich derb ausgebildete Wandung und sind unten mit einem kurzen Stielchen, an der Spitze mit einer mehr oder weniger deutlich ausgebildeten Papille versehen, meist 25—35 μ lang und 15—20 μ breit.

Ihr protoplasmatischer Inhalt ist homogen, feinkörnig.

Da bei der Reife der Konidien die Membran des Stielchens an dessen Basis bereits gallertartig umgebildet wird, so lösen sich die Konidien bei der geringsten Erschütterung ihrer Träger — zumal in Wasser — ausserordentlich leicht ab.

Werden die Konidien in Wasser ausgesäet, so beobachtet man nach einer Reihe einzelner, von BÜSGEN [1]) näher beschriebener Sonderungsvorgänge — gewöhnlich schon nach 15—30 Minuten, manchmal auch erst bedeutend später — eine Differenzirung ihres Plasmainhalts in mehrere Zellen, von denen meist jede mit einer Vakuole deutlich versehen ist.

Der papillenartige Theil an der Spitze der Konidie quillt indessen schleimartig auf.

Theils wohl durch Auflösen des gequollenen Schleims in dem umgebenden Wasser, theils in Folge plötzlichen Abstossens der verschleimten Papille durch den sich ausdehnenden Inhalt bildet sich hier ein enger Durchgangskanal.

Auf diesem Wege erfolgt sodann die Entleerung des gesonderten Plasmainhalts in Form von Zoosporen.

Das Plasma tritt hierbei entweder portionenweise nach aussen, worauf die endgültige Isolirung der bald auseinander schwärmenden Zoosporen erst ausserhalb des Sporangiums stattfindet, oder die Zoosporen bilden sich bereits innerhalb des Sporangiums vollkommen fertig aus und drängen sich einzeln nach aussen.

Nur selten keimen die Konidien, in Wasser ausgesäet, direkt aus, ohne Zoosporen zu bilden.

In diesem Falle kommt es vor, dass der Keimschlauch, nachdem er das 5—10fache des Längendurchmessers der Konidie erreicht hat, an seinem Ende

1) Die Entwicklung der Phycomycetensporangien. PRINGSHEIM's Jahrbücher, 1882.

kugelig anschwillt und, nachdem sich in diesem das gesammte Plasma angesammelt hat, eine sekundäre Konidie abgliedert.

Letztere unterscheidet sich, abgesehen von der meist geringeren Grösse, sonst in keiner Hinsicht von der primären, vermag nach DE BARY sogar zu tertiären auszukeimen.

Die Zoosporen sind länglich, am vorderen Ende zugespitzt, von der einen Fläche konvex, an der anderen etwas konkav eingebogen. An der konkaven Seite, dem Vorderende etwas genähert, zeigen sie unter der Oberfläche eine Vakuole, unterhalb welcher zwei lange Cilien inserirt sind.

Von diesen wird bei der Bewegung die eine nach vorwärts gerichtet, während die andere hinten nachgeschleppt wird.

Nach einem ungefähr halbstündlichen Umherschwärmen kommen die Zoosporen zur Ruhe, ziehen sich kugelig zusammen und keimen, nachdem sie eine dünne Membran ausgeschieden, bald hierauf aus.

Der Keimschlauch erreicht in Wasser eine nur sehr kümmerliche Entwicklung, indem dessen Inhalt bald desorganisirt und allmählich gänzlich zerzerstört wird.

In den Fällen, wo die Isolirung der Zoosporen erst ausserhalb der Konidie stattfindet, beobachtet man hin und wieder, dass sich zwei derselben von einander nicht gänzlich trennen und auch während ihrer Schwärmperiode im Zusammenhang bleiben. Zur Ruhe gekommen fliessen sie dann in einen einzigen, kugeligen Körper zusammen, welcher sich gegen die übrigen durch seine Grösse mehr oder weniger hervorhebt.

Auf die mit Wasser benetzten Blätter der Kartoffelpflanze ausgesäet, entwickeln sich die Konidien in der normalen Art und Weise.

Bereits in einer Frist von 24 Stunden durchbohren die Keimschläuche der Zoosporen die Epidermis des Blattes und entwickeln sich in demselben zu einem die Interzellularräume reichlich durchsetzenden Mycel, welches in der Regel schon nach 4—6 Tagen die ersten Konidienträger durch die Spaltöffnungen nach aussen entsendet.

Die Konidien eines einzigen solchen Fruchtträgers können, indem sie, durch den Wind auf andere Pflanzen gebracht, auskeimen, unter günstigen Umständen zu einem sich auf immer fernere Strecken ausdehnenden Ansteckungsheerde werden. Treten zur selben Zeit Regengüsse ein, so gelangen die Konidien des Parasiten mit dem den Boden durchdringenden Wasser auch auf die Knollen der Kartoffelpflanze und können hier Ursache weiterer Verwüstungen werden, die nicht selten jegliche Mühe des Landmanns zu Nichten machen.

Als die anhaltenden, mikroskopischen Untersuchungen — wie bereits oben erwähnt — in Betreff der mir gestellten Hauptaufgabe erfolglos blieben, versuchte ich den Pilz durch Aussaat der Konidien desselben in verschiedene Nährlösungen im hängenden Tropfen künstlich zu züchten und ihn dadurch, dass ich die einzelnen Kulturen ungleichen Licht- und Temperaturverhältnissen aussetzte, möglicherweise zur Bildung von Sexualorganen event. Oosporen zu veranlassen.

Näher auf die zahlreichen, diesbezüglichen Versuche einzugehen, unterlasse ich, da sie leider sämmtlich von keinem positiven Erfolge begleitet waren.

Erwähnen möchte ich nur, dass von den angewandten Nährlösungen eine 3 pCt. Zuckerlösung nebst einem Zusatz von 1 pCt. Peptonum sicc. sich noch

als die beste erwies, und dass sämmtlichen Kulturen eine matte Lichteinwirkung und eine Temperatur von 20—25° C. am meisten zusagte.

Doch selbst in diesen Fällen erreichten zwar die Keimschläuche eine ziemlich beträchtliche Länge und mehrfache Verzweigung, stellten aber, nachdem sie im günstigsten Falle eine Konidie abgegliedert haben, ihr weiteres Wachsthum ein.

Als ganz auffallend ist hier auch die Thatsache zu verzeichnen, dass die Konidien, während sie in Wasser ausgesäet fast ausschliesslich zur Bildung von Zoosporen gelangten, bei Aussaat in Nährlösungen direkt auskeimten.

Da ähnliche und anhaltende Züchtungsversuche des Pilzes auf dem Kraut der Kartoffelpflanze ebenfalls nur negative Resultate lieferten, lenkte ich nunmehr meine Aufmerksamkeit den inzwischen gereiften Knollen derselben zu.

Ich beschränkte mich zunächst auch hier auf eine aufmerksame mikroskopische Durchsuchung des inneren Gewebes der erkrankten Knollen.

Als beachtenswerth hätte ich hier nur hervorzuheben, dass einzelne — den normalen sonst gleich ausgebildete — Zweige des die Interzellularräume der Knolle reichlich durchwuchernden Mycels in das Innere der Zellen eingedrungen waren; Zweige, die jedenfalls die Bedeutung von Haustorien besitzen mögen.

Bildungsformen, aus denen man — wenn auch nur im Entferntesten — einen Schluss auf etwaige Fortpflanzungsorgane zu ziehen berechtigt wäre, ist es mir in keinem der sehr zahlreichen Präparate aufzufinden gelungen.

Im Verfolg der weiteren Versuche beschloss ich, die künstlichen Züchtungen des Pilzes, wie ich solche bereits in verschiedenen Nährlösungen und auf dem Kraut der Kartoffelpflanze vorgenommen habe, in ähnlicher Weise auf den frisch gereiften Knollen fortzusetzen.

Da eine künstliche Infizirung der Knollen — wenn auch leicht zu bewerkstelligen — doch sich als sehr zeitraubend erwies, zog ich es vor, zu diesen Versuchen die bereits in dem Boden infizirten Knollen zu verwenden.

Behufs dessen gab ich zunächst eine Anzahl rein gewaschener Knollen von dem infizirten Acker in eine blecherne Trommel, deren Boden, um eine anhaltend feuchte Atmosphäre zu erhalten, mit einigen Lagen nassen Filtrirpapiers ausgekleidet wurde.

Schon binnen 24 Stunden sprossten gewöhnlich bei einer Temperatur von 20—25° C. auf den wirklich infizirten Knollen einzelne, lockere, rasige Büschel der Konidienträger der Phytophtora infestans hervor.

Ich sonderte diese Knollen heraus und vertheilte dieselben in 4 Gefässe, wie solche auch sonst für Pilzkulturen verwendet werden.

Den Boden der Glasteller kleidete ich auch hier mit nassem Filtrirpapier aus, und setzte hierauf eine Glasbank, auf welche sodann die einzelnen Knollen heraufgelegt wurden.

Eins der so hergerichteten und überdeckten Gefässe umklebte ich mit dunkelem Papier, um die Entwicklung einer dieser Kulturen auch bei völligem Lichtabschluss verfolgen zu können.

Von diesen Kulturen, welche ich mit I, II, III und IV bezeichnen will, setzte ich

Kultur I direktem Sonnenlichte aus,

Kultur II brachte ich bei gewöhnlicher Temperatur an einen Ort mit zerstreutem Tageslicht,

Kultur III an einen Ort von 25—30° C., der nur sehr spärlich beleuchtet war,

Kultur IV schliesslich, die in oben geschilderter Weise vor Lichtzutritt völlig geschützt war, überliess ich der Einwirkung einer Temperatur von 20—25° C.

Die mikroskopische Untersuchung der Kulturen begann ich sodann bereits am nächstfolgenden Tage, indem ich täglich je eine Knolle von jeder der Kulturen einer mikroskopischen Besichtigung unterzog.

Auch diese Bemühungen hatten jedoch im Wesentlichen zunächst keinen positiven Erfolg, doch bot Kultur III und IV in ihrer Entwicklung manches, was ich an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen möchte.

Einmal zeigten die auf den Knollen hervorgesprossten Konidienträger eine bedeutend stärkere Entwicklung und reichlichere Verzweigung als die auf den Blättern und Stengeln der Kartoffelpflanze entwickelten, ferner waren dieselben — zumal an älteren Pilzrasen — öfters mit deutlichen Scheidewänden [1]) versehen. Ganz auffallend in dieser Hinsicht trat die Erscheinung entgegen, dass die Scheidewände — einmal vorhanden — sich an den einzelnen Trägern in der Regel in grösserer Zahl beobachten liessen.

Die Verzweigung war in einzelnen Fällen eine so reichliche, dass die Träger, nachdem sie bereits zu mehreren Malen Konidien abgegliedert haben, an ihrer Spitze in erneute Verzweigungen eingingen.

Nach einer Reihe von Tagen waren an einzelnen Fruchtträgern eigenthümlich verdickte Aeste [2]) entstanden, welche entweder einfach blieben oder sich stark verzweigten, stets aber vom Fruchtträger, dem sie entstammten, durch einen reichen Plasmainhalt sich abhoben.

Diese ganz eigenartigen Aeste, über deren Bedeutung ich mir nicht klar werden konnte, waren es besonders, welche mich veranlassten, den Versuch mit Kultur III und IV in ähnlicher Weise noch einmal zu wiederholen.

Die Kultur II, welche ein wenig günstiges Gedeihen zeigte, und Kultur I, welche fast völlig misslang, indem das Myzel nach aussen nur einzelne, äusserst kümmerliche Konidienträger entsendete, ersetzte ich durch Kulturen in reinem Wasser und feuchter Erde.

Letztere sowohl wie Kultur III boten auch dieses Mal nichts von Belang, anders die Untersuchung der in völliger Dunkelheit belassenen Kultur IV.

Als ich nämlich am dritten Tage nach angestelltem Versuche die einzelnen, auf die Oberfläche einer der Knollen hervorgesprossten Büschel der Konidienträger mikroskopisch untersuchte, erhielt ich ein Präparat, das mich in hoher Weise überraschte.

Neben den zahlreichen Konidienträgern zog meine besondere Aufmerksamkeit ein Zweig des Myzels auf sich, welcher an seinem Ende keulig-kugelig angeschwollen war und unterhalb dieser Anschwellung noch drei weitere keulenförmig verdickte Aeste abgab [3]).

Zu der Vermuthung, dass diese Gebilde möglicherweise im genetischen Zusammenhange mit einer bevorstehenden Bildung von Geschlechtsorganen des Pilzes sein könnten, wurde ich besonders dadurch gedrängt, dass sich in denselben eine überaus reiche Anhäufung von Protoplasma vorfand.

1) cfr. Fig. 8.
2) cfr. Fig. 6 und 7.
3) cfr. Fig. 10.

Ich isolirte daher die Knolle von den anderen und überliess sie unter denselben Bedingungen der weiteren Entwicklung.

Ein Präparat, das ich am nächstfolgenden Tage in den Abendstunden demselben Pilzrasen entnommen habe, bestätigte meine Vermuthung vollauf über mein Erwarten.

Von einem Seitenaste eines der Konidienträger gliederten sich zwei verdickte Aeste ab, welche sowohl an ihrem Ende als intercalar einzelne, sitzende oder auf mehr oder minder ausgebildeten, meist blasig aufgetriebenen Stielchen abgegliederte, kugel-birnförmige Gebilde trugen, die einander paarweise genähert waren [1]).

Besonders die beiden Gebilde am Ende des einen Zweiges, von denen sich das eine dem anderen charakteristisch anschmiegte [2]), bestimmten mich, dieselben als die Sexualorgane des Pilzes anzusprechen.

Bei den jüngeren, interkalar entstandenen Gebilden war eine Differenzirung der inneren Struktur nicht zu erkennen, ihr Inhalt war homogen, körnig.

Von denjenigen, die sich an den Zweigenden gebildet hatten, zeigte das eine, bei weitem grössere eine Differenzirung des plasmatischen Inhalts in soweit, als sich hier, analog den Oogonien anderer Peronosporeen, in der Mitte eine dunkelere, fettreiche Plasmamasse als Oosphäre gegen eine peripherische, hellere, äusserst feinkörnige Periplasmaschicht deutlich absonderte.

Das sich an das Oogonium anschmiegende Antheridium zeigte eine durchweg gleichmässige Struktur von hellerer Färbung.

Ein Hineintreiben eines Befruchtungsschlauches von Seiten des Antheridiums in das Oogon habe ich jedoch in keinem Falle beobachten können.

In der Erwartung, dass dieses vielleicht im Laufe weiterer Entwicklung geschehen werde, brachte ich das Präparat in einen hängenden Tropfen. Leider musste ich hier die Wahrnehmung machen, dass das Wasser desorganisirend auf die Gebilde eingewirkt hat, sodass deren innere Struktur allmählich gänzlich verloren ging.

Ich kann nicht umhin an dieser Stelle zu erwähnen, dass die in Fig. 11 gegebene Zeichnung, welche diese Beobachtungen veranschaulichen soll, auf absolute Genauigkeit leider keinen Anspruch erheben darf, da ich es zu meinem grössten Bedauern verabsäumt habe, das Präparat sofort niederzuzeichnen.

Bei dem späteren Uebertragen des Präparates aus dem hängenden Tropfen auf den Objektträger und Präpariren desselben ist aber der Zusammenhang der die Geschlechtsorgane tragenden Zweige von den übrigen Fruchtträgern gelöst worden.

Doch lässt ein Blick noch selbst in das heutige Dauerpräparat, das in Fig. 12 dargestellt ist, wenigstens die verschiedene Bedeutung dieser Gebilde leicht erkennen.

Als ich nach Verlauf einer abermals eintägigen Frist den Rest des Pilzrasens auf den Objektträger brachte, erhielt ich wiederum ein Präparat, das eine Fülle von interessanten Beobachtungen bot und besonders den Zusammenhang dieser Gebilde mit dem Myzel der Phytophtora infestans von Neuem bestätigte [3]).

1) cfr. Fig. 11.
2) cfr. Fig. 11a, b.
3) cfr. Fig. 13—17.

Einzelne Konidienträger gliederten auch hier stark verdickte Aeste ab, welche sich meist reichlich verzweigend, förmliche Knäuel von Hyphen bildeten, in denen der Verlauf der einzelnen Fäden nur mit Mühe zu verfolgen war[1]). An den Enden derselben, wie auch interkalar, waren nun die oben beschriebenen kugel-birnförmigen Gebilde in grosser Menge ebenfalls zu sehen.

Eine Scheidung dieser Gebilde in Oogonien und Antheridien war in diesem Falle jedoch nicht gut möglich.

In der grossen Mehrzahl derselben war zwar eine Differenzirung des Inhalts in Oosphäre und Periplasma vorhanden, in anderen nicht; doch konnten letztere Gebilde ebensogut jüngere Zustände der Oogonien sein, umsomehr, als sie in Form und Grösse von diesen nicht wesentlich differirten.

Nur einzeln war es mir möglich, Gebilde aufzufinden, welche schliesslich als Antheridien fungirt haben können oder möglicherweise als Rudimente derselben zu betrachten sind[2]).

Einzelne gelbbraune, undurchsichtige Körper mit ein wenig welliger Oberfläche, welche den Innenraum einiger Oogonien fast gänzlich ausfüllten, halte ich für bereits mehr oder minder entwickelte Oosporen[3]).

Ich ziehe diesen Schluss besonders daraus, dass diese Körper selbst in dem heutigen Dauerpräparat im Grossen und Ganzen ihre Struktur und Undurchsichtigkeit noch beibehalten haben, während der Inhalt der meisten übrigen Gebilde heute bereits gänzlich desorganisirt ist, und sich in denselben nur ein grosser, meist zentraler Fetttropfen vorfindet.

Habe ich unter dem Eindruck der in Fig. 11 dargestellten Verhältnisse auch die Ueberzeugung, dass ein direkter Befruchtungsakt vorliegt, so fehlt dafür allerdings noch der absolute Beweis, da es mir nirgends möglich war — wie bereits erwähnt — das Hineintreiben eines Befruchtungsschlauches in das Innere des Oogons zu entdecken.

Andererseits gewinnt aber mit Berücksichtigung der späteren Beobachtungen auch die Möglichkeit einer parthenogenetischen Ausbildung der Oosporen an Wahrscheinlichkeit.

Besonders drängt sich dem Beobachter diese Anschauung bei näherer Prüfung der in Fig. $11a_2$ und Fig. 16 wiedergegebenen Fälle auf, wo Organe, welche ihrer inneren Struktur nach als Oogonien zu betrachten sind, vollkommen isolirt an Zweigenden entstehen, ohne auch nur von einem Rudiment eines Antheridiums begleitet zu sein.

Es ist kaum anzunehmen, dass an diesen Zweigen etwa im Laufe weiterer Entwickelung noch eine Antheridienanlage zur Ausbildung kommen könnte, da ihr sämmtliches Plasma bereits zur Anlage der Oogonien verbraucht worden ist (Fig. 16).

Es müsste denn sein, dass die Oogonien in diesem Fall durch Antheridien befruchtet werden, die an anderen Zweigen zur Ausbildung kommen.

Die Parthenogenesis wäre in der engeren Gruppe der Peronosporeen allerdings neu, doch fände sie ihre Analogie bei den nahe verwandten Saprolegnieen, wie z. B. bei Saprolegnia torulosa und S. Thureti de BY, bei welchen die Oosporenbildung fast durchweg parthenogenetisch stattfindet, oder S. asterophora, bei welcher — neben normaler Oosporenbildung — auch solche ohne Aus-

1) cfr. Fig. 13 und 14.
2) cfr. Fig. 15a.
3) cfr. Fig. 15b.

bildung oder Befruchtung von Antheridien von DE BARY zu öfteren Malen nachgewiesen worden ist[1]).

Wie dem auch sei, so viel darf mit Berücksichtigung bekannter, analoger Erscheinungen bei den übrigen Vertretern der Gruppe der Peronosporeen als sicher angenommen werden, dass die Phytophtora infestans Oosporenbildung besitzt.

Die eingehende Art und Weise ihrer Entstehung und Fortentwicklung, sowie die Verhältnisse, unter welchen sie gebildet werden, bleiben allerdings noch weiterer Prüfung und ferneren Studien vorbehalten.

---

1) A. DE BARY und M. WORONIN. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze. IV. Reihe.

Figurenerklärung.

Figur 1. Ein Stück der Epidermis eines Kartoffelblattes mit den aus den Spaltöffnungen hervorgetretenen Konidienträgern der Phytophtora infest.
a Konidien, *b* eigenthümliche, für die Träger charakteristische, nach Abgliederung der Konidien zurückbleibende Anschwellungen. Vergr. 90.

Figur 2. Dasselbe im Querschnitt des Blattes.

Figur 3 und 4. Konidien, in Wasser ausgesäet:
Figur 3 *a*—*d* zoosporenbildend und zwar *a* nach 5, *b* nach 10, *c* nach 15, *d* nach 20 Minuten; *e*—*h* direkt auskeimend, *e* und *f* sekundäre Konidien bildend. Vergr. *a*—*f* 450, *g* und *h* 150.
Figur 4. *a* und *b* Konidien ihren Inhalt bereits in Form von Zoosporen entleerend *a* der getheilte protoplasmatische Inhalt tritt portionenweise nach aussen — die Isolirung der Zoosporen erfolgt erst ausserhalb der Konidie — *b* die Zoosporen bilden sich bereits innerhalb der Konidie vollkommen fertig aus und drängen sich einzeln nach aussen, *c* Zoosporen — schwärmend, *d* zur Ruhe gekommen, *e* auskeimend.

Figur 5. Eine in Peptonzuckerlösung ausgekeimte Konidie am vierten Tage nach ihrer Aussaat. Vergr. 225.

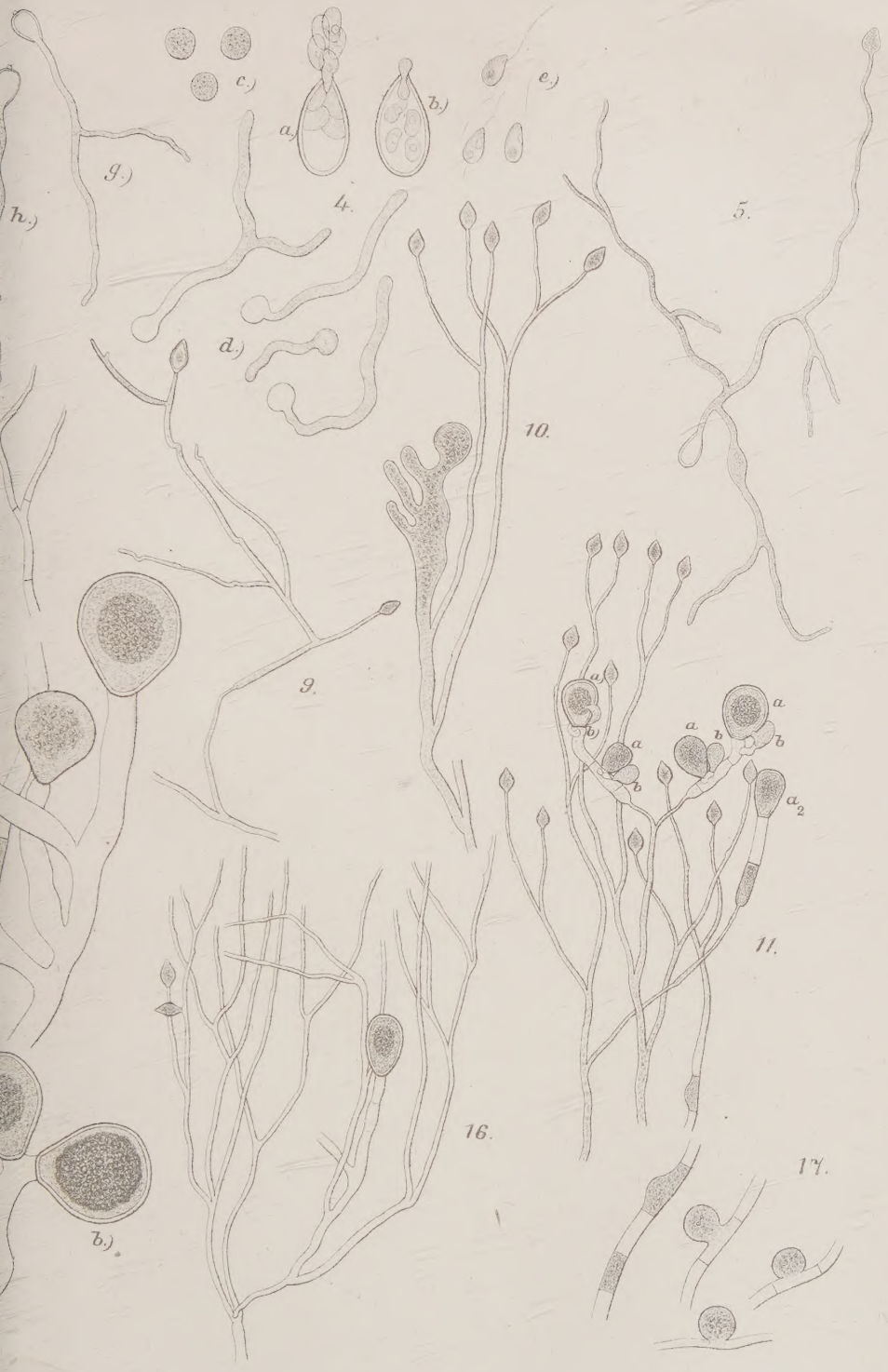
Figur 6—9. Fruchtträger, entnommen einem Pilzrasen am vierten Tage nach seinem Hervorsprossen von einer Kartoffelknolle, welche bei völligem Luftabschluss einer Temperatur von 20—25° C. überlassen war. Vergr. 100.
Figur 6 und 7. *a* eigenthümliche Verdickungen einzelner Seitenäste.
Figur 8. *a* Theil eines Fruchtträgers mit Scheidewänden.
Figur 9. Eigenartige Verzweigung eines Seitenastes.

Figur 10 und 11. Fruchtträger entnommen einer Kultur, welche unter denselben Bedingungen wie sub Tafel II zur Entwicklung kam, und zwar
Figur 10 am dritten Tage nach Anstellen des Versuches, *a* charakteristische Verdickung eines Zweiges.
Figur 11 am vierten Tage. *a*, a_1, a_2 Oogonien, *b*, b_1 Antheridien. Vergr. 90.

Figur 12. Figur 11 im heutigen Dauerpräparate.

Figur 13—17. Fruchtträger entnommen derselben Kultur am fünften Tage.
Figur 13. Ausserordentlich reiche Verzweigung der Träger.
Figur 14. Dieselben mit Geschlechtsorganen.
Figur 15. *a* Rudiment eines Antheridiums (?), *b* mehr oder weniger ausgebildete Oospore. Vergr. 350.
Figur 16. Geschlechtsorgane tragender Zweig im Zusammenhang mit Zweigen an denen noch einzelne Konidien anhaften. Vergr. 90.
Figur 5. Interkalare Ausbildung der Geschlechtsorgane.

a.
b.
1.
2.
a.
c.
b.
3.
e.
f.
6.
a.
7.
a.
14
12.
13.
15.



W. A. Meyn lith.

Ich, JOSEF SMORAWSKI, geboren am 16. März 1861 in Rogasen, Provinz Posen, besuchte daselbst von Ostern 1871 das Königl. Gymnasium, welches ich Ostern 1877 verliess, um mich der Pharmacie zu widmen.

Nach Absolvirung der pharmaceutischen Gehilfenprüfung Ostern 1880 und der vorgeschriebenen Servirzeit wurde ich im November 1885 in der philosophischen Fakultät der Universität Breslau immatriculirt, wo ich vier Semester pharmaceutischen, und — nach bestandener Staatsprüfung — vier Semester hindurch besonders naturwissenschaftlichen Studien oblag.

Während dieser Zeit hörte ich die Vorlesungen der Herren Professoren und Docenten: COHN, ENGLER, FRIEDLAENDER, GSCHEITLEN, HINTZE, HIRT, LOEVIG, MEYER, v. MIASKOWSKI, NEHRING, PAX, POLECK, v. RICHTER, SCHROETER.

Praktisch arbeitete ich zwei Semester im chemischen Laboratorium des Herrn Geheimrath Prof. Dr. LOEVIG, zwei Semester im chemischen Laboratorium des Geheimrath Prof. Dr. POLECK, zwei Semester — in denen ich mich besonders des speciellen Studiums der Thallophyten befleissigte — privatissime bei Herrn Professor Dr. ENGLER und zwei Semester hindurch betheiligte ich mich an den praktischen Uebungen aus dem Gebiete der Pilz- und Bacterienkunde unter Leitung des Herrn Oberstabsarztes Dr. SCHROETER.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, allen meinen hochverehrten Lehrern, insbesondere Herrn Prof. Dr. ENGLER, für dessen anregende Anleitung zu mikroskopischen Studien und die grosse Bereitwilligkeit, mit welcher Er mir seine Privatsammlungen, wie diejenigen des Instituts zur Verfügung stellte, auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.